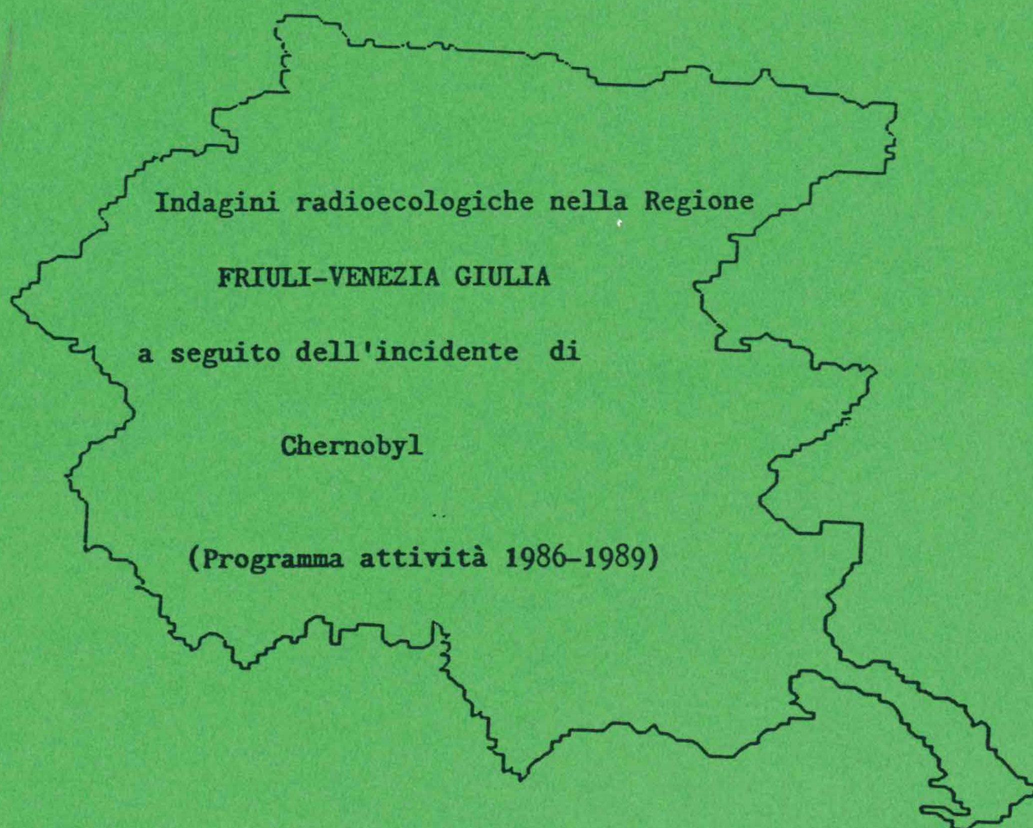
COMITATO NAZIONALE PER LA RICERCA E PER LO SVILUPPO DELL'ENERGIA NUCLEARE
E DELLE ENERGIE ALTERNATIVE
Direzione per la Sicurezza Nucleare e la Protezione Sanitaria

CENTRO REGIONALE PER LA SPERIMENTAZIONE AGRARIA
PER IL FRIULI-VENEZIA GIULIA



Doc. DISP/ARA/SCA(1987)16

Agosto 1987

1. PREMESSA

Le conseguenze delle ricadute radioattive derivanti dall'incidente alla Centrale Nucleare di Chernobyl possono essere utilizzate per approfondire le attuali conoscenze sui meccanismi di trasferimento e di accumulo dei radionuclidi negli ecosistemi naturali ed antropizzati al fine anche della messa a punto e della verifica di nuove metodologie di controllo ambientale.

I processi di dispersione e accumulo dei contaminanti radioattivi sono stati finora studiati tramite la parametrizzazione dei fenomeni ambientali sulla base di esperienze di laboratorio e dalle ricerche condotte attorno agli anni '60 a seguito degli esperimenti nucleari in atmosfera. I risultati ottenuti non sempre si sono dimostrati applicabili alle diverse situazioni che si riscontrano nella complessa dinamica della realtà ambientale.

Il territorio della Regione Friuli-Venezia Giulia, interessato in modo più marcato rispetto ad altre regioni europee dalle ricadute radioattive provenienti dalla centrale nucleare sovietica, è stato assunto come un vasto ed importante laboratorio naturale, nel quale sottoporre ad indagine per un numero adeguato di anni, tutte le componenti degli ecosistemi terrestre, lagunare e marino.

Le specifiche caratteristiche e le modalità del rilascio di Chernobyl e la possibilità di effettuare studi direttamente in campo, hanno offerto un'occasione unica per una revisione critica dei modelli di trasferimento dei radionuclidi nell'ambiente.

A tal fine, l'ENEA-DISP ed il Centro Regionale per la Sperimentazione Agraria per il Friuli-Venezia Giulia (C.R.S.A.) hanno messo a punto un progetto di indagine pluriennale che è stato sottoposto, approvato e parzialmente finanziato dalla Comunità Economica Europea.

2. OBIETTIVI DEL PROGETTO

Gli obiettivi principali del progetto di indagine possono essere così riassunti:

- caratterizzazione degli ambienti oggetto di studio, tramite la raccolta di dati di carattere pedologico, geologico, biologico, climatologico, ecc. in modo da individuare i principali fattori che influenzano i meccanismi di dispersione, di trasferimento e di accumulo dei radionuclidi negli ambienti naturali tipici della Regione Friuli-Venezia Giulia;
- verifica e messa a punto di metodologie di controllo ambientale;
- monitoraggio radiologico del territorio regionale;
- validazione di modelli di dispersione e trasferimento dei radionuclidi nell'ambiente e da questo all'uomo.

3. PROGRAMMA DI ATTIVITA'

Di seguito sono delineate le attività già avviate e gli sviluppi futuri previsti nell'ambito del Progetto di Indagini Radioecologiche nella Regione Friuli-Venezia Giulia.

Gli argomenti trattati riguardano le seguenti tematiche:

- indagini nell'ambiente agricolo;
- indagini in stazioni sperimentali appositamente attrezzate per lo studio della migrazione dei radionuclidi nei terreni agricoli indisturbati;
- indagini nell'ambiente zootecnico;
- indagini nell'ambiente naturale montano;
- indagini negli ambienti acquatici;
- realizzazione di una Banca Dati.

3.1. Indagini nell'ambiente agricolo

L'attività è iniziata nel maggio del 1986 ed ha richiesto una fase preliminare di studio per la scelta delle stazioni di campionamento rappresentative per numero ed ubicazione della realtà agricola regionale.

Sulla base di uno studio agro-pedologico effettuato dal C.R.S.A. sono state individuate 35 stazioni di prelievo nell'ambito del territorio regionale maggiormente interessato dalle pratiche agrarie e così distribuite:

- 18 stazioni nell'alta e media pianura;
- 17 stazioni nella pianura meridionale.

In ognuna di queste 35 stazioni sono state definite, sulla base di studi precedenti e di modelli già sviluppati, le matrici da prelevare, le frequenze e le modalità di campionamento.

I prelievi hanno interessato i terreni lavorati e le colture associate (orzo, mais, soia e frumento) oltre che i terreni indisturbati e le colture foraggere, con lo scopo di determinare:

- il trasferimento per via radicale e fogliare dei radionuclidi nelle colture di interesse per l'economia agricola locale;
- il ruolo della sostanza organica presente nel suolo nell'assorbimento dei radionuclidi;
- l'influenza delle pratiche agrarie (concimazione, calcitazione, letamazione, sovesci, ecc.) sull'assorbimento dei radionuclidi;
- il decadimento biologico di alcuni radionuclidi nei vegetali;
- l'accumulo dei radionuclidi nei terreni in relazione alle diverse caratteristiche pedologiche;
- gli antagonismi e i sinergismi fra radionuclidi nell'assorbimento vegetale.

3.1.1. Analisi

Di seguito sono riportate le analisi previste sulle matrici prelevate nell'ambiente agricolo.

Terreni

- Determinazione dei radionuclidi gamma emittenti;
- Analisi granulometriche;
- Determinazione del fosforo e del potassio;
- Determinazione dei principali metalli pesanti;
- Determinazione dello Sr-90 (solo sui campioni di terreno agrario indisturbato, prelevato alla profondità di 5 cm).

Colture

- Determinazione dei radionuclidi gamma emittenti sui campioni prelevati nei diversi stadi di crescita delle colture, previsti nel piano di campionamento;
- Determinazione dello Sr-90 in alcuni casi rappresentativi.

In ognuna delle 35 stazioni è prevista la misura dell'intensità di esposizione.

Nelle 35 stazioni dell'ambiente agricolo è in fase di ultimazione un'indagine sulle pratiche agrarie impiegate ed uno studio sui cicli nutrizionali delle colture previste nel piano di campionamento.

Tutte le attività relative all'ambiente agricolo faranno parte di un rapporto di avanzamento che verrà pubblicato entro il 1987.

3.2. Indagini nelle stazioni sperimentali per lo studio della migrazione dei radionuclidi nei terreni agricoli indisturbati

Il terreno coltivato è in genere interessato da uno o più rimaneggiamenti profondi e superficiali nell'arco dell'anno in relazione alle specie coltivate. Questo fatto, se da un lato offre il vantaggio della diluizione della radioattività fissata in superficie, dall'altro impedisce il controllo del ruolo dei fattori climatici e geochimici sulla migrazione naturale dei radionuclidi.

Lo studio della dispersione della radioattività in suoli non interessati da rimaneggiamenti è stato programmato per affinare e verificare i modelli di calcolo da utilizzare per la determinazione dei coefficienti di migrazione della radioattività nel suolo.

Tale studio sarà realizzato utilizzando stazioni sperimentali (strettamente controllate ed adeguatamente attrezzate) ubicate nell'ambito del territorio regionale tenendo in considerazione i caratteri pedologici, sedimentologici, mineralogici e vegetazionali tipici sia dei sedimenti fluviali che costituiscono la pianura che della complessa realtà pedologica e floristica dell'area montana.

Nell'area di pianura sono state installate quattro stazioni sperimentali a seguito dell'individuazione dei seguenti suoli tipo:

- terreni prevalentemente ghiaiosi, poco alterati in superficie e di recente alluvione legati al deflusso dei principali corsi d'acqua attuali (ca. 70.000 ha, pari al 20% della superficie di pianura);
- terreni prevalentemente ghiaiosi, alterati in superficie (ca. 130.000 ha, pari al 34% della superficie di pianura) della stessa genesi ma più antichi dei precedenti;
- terreni prevalentemente sabbiosi (ca. 60.000 ha, pari al 17% della superficie di pianura);
- terreni prevalentemente argillosi (ca. 48.000 ha, pari al 14% della superficie di pianura).

Nell'area montana invece, l'estrema etereogeneità dei parametri pedologici non ha permesso l'individuazione di suoli tipo rappresentativi di vaste aree, di conseguenza il controllo del processo di migrazione nel terreno viene effettuato in quattro località scelte su base vegetazionale e cioè in un bosco di conifere, in un bosco di latifoglie e in due prati permanenti.

3.2.1. Descrizione delle stazioni sperimentali

Le otto stazioni sperimentali sono costituite da:

- un'area recintata di alcune centinaia di mq;
- una capannina meteorologica per la registrazione in continuo delle precipitazioni liquide e nevose, della temperatura dell'aria e del suolo, dell'umidità relativa e della pressione atmosferica;
- un dispositivo di raccolta delle ricadute atmosferiche umide e secche.

La strumentazione verrà nel seguito integrata con dispositivi e sensori per il controllo delle variazioni dei livelli di falda e del grado di saturazione dei terreni.

3.2.2. Metodi di campionamento e di analisi dei suoli

Il campionamento dei suoli avviene con frequenza stagionale per scavo manuale su superfici standard di circa 0,25 mq nei terreni prevalentemente ghiaiosi e con carotatore a doppia parete per i terreni sabbiosi ed argillosi, fino ad una profondità di circa 20 cm. per le seguenti fasce di profondità:

0-5 cm
5-10 cm
10-15 cm
15-20 cm

Sui campioni così prelevati vengono effettuate le seguenti analisi:

- caratterizzazione sedimentologica;
- caratterizzazione mineralogica;
- caratterizzazione chimica;
- analisi radiometriche sul suolo e sull'acqua in esso contenuta.

In ogni stazione è prevista, inoltre, la misura dell'intensità di esposizione con frequenza stagionale.

3.3. Indagini nell'ambiente zootecnico

L'attività è iniziata nel maggio del 1986 con la definizione di un piano di campionamento in 31 stazioni comprendenti gruppi di allevamenti omogenei dal punto di vista del tipo di alimentazione adottato e così distribuiti nell'ambito del territorio regionale:

- 25 stazioni nella pianura
- 6 stazioni in montagna

In queste stazioni vengono sistematicamente prelevati campioni di latte e derivati e le componenti della dieta del bestiame al fine di determinare i fattori di trasferimento dei radionuclidi dall'alimentazione del bestiame ai prodotti zootecnici di maggior consumo.

3.3.1. Analisi

Su tutti i campioni prelevati vengono effettuate le determinazioni dei radionuclidi gamma emittenti.

Attualmente è in corso una raccolta nelle 31 stazioni dei dati relativi ai tipi principali di bestiame presente, allo loro consistenza numerica e ai sistemi di allevamento praticati nelle aziende.

Questa raccolta prevede anche la definizione del modello alimentare del bestiame aziendale disaggregato per specie ed età.

Il controllo sperimentale sarà esteso a partire dall'autunno del 1987 anche allo studio sul trasferimento dello Sr-90. Infatti in collaborazione con l'Istituto di Produzione Animale della Facoltà di

Agraria dell'Università degli Studi di Udine, verrà scelto in una zona del territorio regionale, siginificativa dal punto di vista radioprotezionistico, un allevamento bovino da sottoporre ad indagine per un adeguato periodo di tempo.

Tutte le attività relative all'ambiente zootecnico faranno parte di un rapporto di avanzamento che verrà pubblicato entro il 1987, dove i valori ottenuti per via sperimentale saranno confrontati criticamente con i valori utilizzati nei modelli matematici per la valutazione delle dosi all'uomo attraverso la via di trasferimento alimentazione-bestiame-prodotti zootecnici.

3.4. Indagini nell'ambiente naturale montano

Le attività di campionamento sono iniziate nella primavera del 1987. Nell'area montana, come già accennato, l'estrema eterogeneità dei suoli ha richiesto uno studio preliminare per l'individuazione delle stazioni di campionamento rappresentative essenzialmente della realtà vegetazionale regionale.

A causa delle particolari situazioni orografiche e pedologiche è stato anche necessario ridefinire i metodi di campionamento del terreno e della vegetazione associata e le relative frequenze.

Le matrici ambientali che vengono sistematicamente raccolte sono le seguenti:

- terreni
- funghi
- selvaggina

sui quali viene effettuata oltre alla determinazione dei radionuclidi gamma emittenti anche la caratterizzazione sedimentologica-mineralogica dei terreni e la determinazione tassonomica dei funghi e della selvaggina.

Nell'autunno del 1987 è previsto l'avvio di un programma di ricerca in collaborazione con il Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste sull'utilizzazione dei macromiceti quali indicatori di radiocontaminazione.

3.5. Indagini negli ambienti acquatici

Come accennato in precedenza la validazione di modelli per la descrizione della dispersione, del trasporto e accumulo dei radionuclidi nell'ambiente acquatico richiede una notevole mole di dati sperimentali statisticamente significativi nei confronti dell'ambiente da studiare.

L'attività è iniziata nella primavera del 1987 e l'attenzione è stata focalizzata sulle lagune di Marano e Grado e nel mare prospicente la costa compresa tra Bibione e Duino, perchè tali ambienti costituiscono i recettori ultimi dei materiali erosi dalle acque di ruscellamento superficiale e trasportati dai corsi d'acqua.

Nelle lagune indicate sfociano i fiumi Stella, Corno, Aussa e Natissa, oltre ad una serie di canali di bonifica. Questi corsi d'acqua sono caratterizzati da bacini imbriferi sviluppati in prevalenza a valle della linea delle risorgive. I fiumi Tagliamento ed Isonzo sfociano direttamente in mare rispettivamente ad ovest ed a est delle lagune di Marano e Grado e raccolgono le acque di gran parte dell'area montana della regione.

Nel giugno 1987 è stata avviata la prima serie di campionamenti e misure al fine di raccogliere i dati sperimentali necessari all'avvio della caratterizzazione radioecologica dell'ambiente fluviale, lagunare e marino.

Questa attività è stata programmata a valle della raccolta dei risultati degli studi a carattere ambientale che l'Università di Trieste e Istituti del C.N.R. avevano condotto nell'area in esame.

Sulla base di questi studi e con il supporto fornito direttamente dai ricercatori interessati sono state individuate 54 stazioni di campionamento così distribuite:

- 27 stazioni nella laguna
- 24 stazioni in mare
- 3 stazioni sui fiumi

In queste stazioni sono stati effettuati i seguenti prelievi:

- di sedimenti marini e lagunari;
- delle componenti biologiche più significative del benthos lagunare;
- di alcune specie di pesci stanziali, caratteristiche della laguna salmastra;
- delle piante e delle alghe acquatiche caratteristiche dell'ambiente lagunare;
- dell'acqua e del materiale in sospensione nella laguna alla bocca di Lignano e nei fiumi Tagliamento, Isonzo e Stella.

3.5.1. Analisi

Su tutti i campioni prelevati sono in corso le determinazioni dei radionuclidi gamma emittenti.

Di seguito sono riportate le ulteriori analisi previsti sulle matrici prelevate nell'ambiente acquatico.

Sedimenti

- Determinazione del potenziale redox
- Analisi granulometriche
- Misura dell'attività gamma totale all'interfaccia sedimento-acqua.

Componente biotica

- Determinazione tassonomica
- Determinazione del contenuto gastrico della fauna ittica.

Acqua

In tutte le stazioni di campionamento sono stati misurati i valori di pH, temperatura, salinità e ossigeno disciolto a varie profondità sul battente d'acqua.

Sulla base dei risultati ottenuti in questa prima fase di campionamento verrà definito nel prossimo autunno il programma definitivo delle attività per lo studio radioecologico degli ambienti lagunare, marino e di estuario.

Su questo specifico tema della ricerca sono in fase di messa punto le collaborazioni con le Università di Trieste, Venezia, Padova e Parma, ed istituti del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

3.6. Realizzazione di una Banca Dati

Le attività relative al Progetto di Indagini Radioecologiche nella Regione Friuli-Venezia Giulia, hanno comportato l'acquisizione di un massiccio numero di dati ed informazioni ambientali. Ciò ha comportato la necessità di disporre di un agile strumento informatico per l'elaborazione comparata ed incrociata delle informazioni e dei risultati di tutte le analisi per matrici diverse e per diverse vie di trasferimento della radioattività nell'ambiente.

A tal fine è stata progettata ed attualmente in avanzata fase di realizzazione, una Banca Dati specifica per tali problematiche e che sarà facilmente utilizzabile per qualsiasi realtà territoriale.

4. UNITA' OPERATIVE COINVOLTE

Data la multidisciplinarietà del progetto di indagine, le competenze necessarie sono state reperite con il coinvolgimento di numerosi Enti scientifici ed istituzioni territoriali locali.

ENEA-DISP

- Impostazione generale del Progetto
- Competenze di radioprotezione
- Competenze di radioecologia
- Competenze di idrogeologia
- Coordinamento ed effettuazione campagne di campionamento "ambiente acquatico"
- Realizzazione Banca Dati
- Elaborazione dati
- Valutazione complessiva dei risultati

C.R.S.A.

- Impostazione generale del Progetto
- Competenze di agronomia
- Competenze di geopedologia
- Competenze di chimica-agraria
- Coordinamento ed effettuazione campagne di campionamento "ambiente agro-zootecnico"
- Elaborazione dati
- Valutazione complessiva dei risultati

ENEA-PAS

- Impostazione del Progetto per "l'ambiente acquatico"
- Competenze di radioprotezione
- Competenze di radioecologia
- Coordinamento ed effettuazione campagne di campionamento "ambiente acquatico"
- Elaborazione dati "ambiente acquatico"
- Valutazione risultati "ambiente acquatico"

ENEA-COMB

- Impostazione del Progetto per "l'ambiente acquatico"
- Competenze di radioprotezione
- Competenze di radioecologia
- Determinazione di Sr-90
- Coordinamento ed effettuazione campagne campionamento "ambiente acquatico"
- Campagne "ambiente agro-zootecnico"
- Elaborazione dati "ambiente acquatico" ed "ambiente agro-zootecnico"
- Valutazione risultati "ambiente acquatico" ed "ambiente agro-zootecnico"

U.S.L. 1 "Triestina"
Servizio Fisica Sanitaria

- Competenze di radioprotezione
- Campagne "ambiente acquatico"
- Elaborazione dati "ambiente acquatico"
- Valutazione risultati "ambiente acquatico"

U.S.L. 7 "Udinese"

Servizio Fisica Sanitaria	- Competenze di radioprotezione - Campagne "ambiente montano" - Elaborazione dati "ambiente montano" - Valutazione risultati "ambiente montano"

U.S.L. 11 "Pordenonese"

Servizio Fisica Sanitaria	- Competenze di radioprotezione - Campagne "ambiente agro-zootecnicoo" - Elaborazione dati "ambiente agro-zootecnico" - Valutazione risultati "ambiente agro-zootecnico"

U.S.L. 8 "Bassa Friulana"

Settore Igiene Pubblica Latisana	- Competenze di ecologia acquatica - Campagne "ambiente acquatico" - Elaborazione dati "ambiente acquatico" - Valutazione risultati "ambiente acquatico"

Università Udine

Facoltà Agraria	- Competenze scientifiche specialistiche sulle materie del progetto

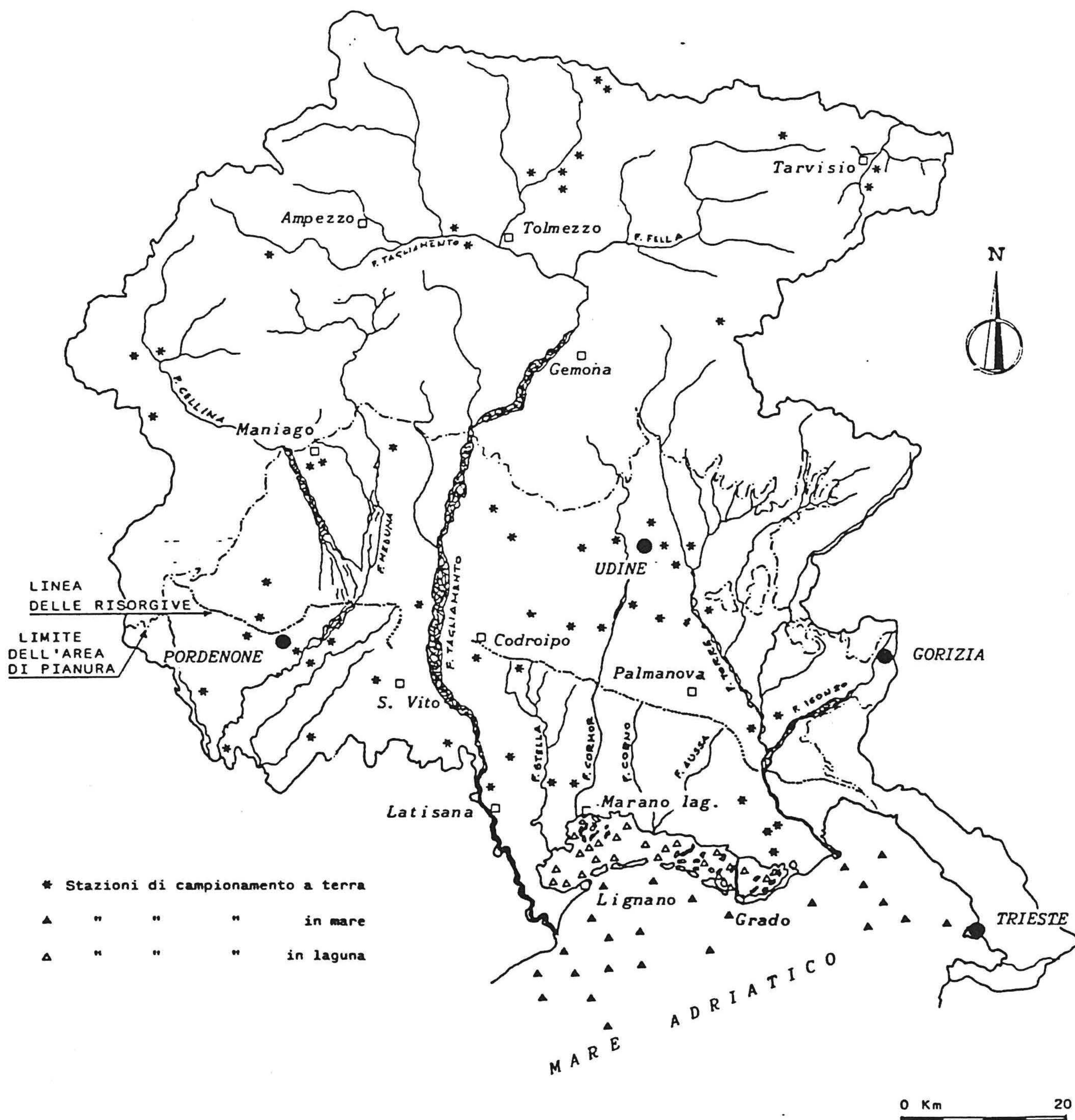
Università Trieste

Dipartimento Biologia e Istituto di Geologia e Paleontologia	- Competenze scientifiche specialistiche sulle materie del progetto

Ente Tutela Pesca	- Assistenza campionamenti e prelievi
Associazione Allevatori	- Assistenza campionamenti e prelievi
Corpo Forestale dello Stato	- Assistenza campionamenti e prelievi

5. ANALISI DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE DEL PROGETTO

1986	Costituzione del gruppo di lavoro Studio preliminare Prima campagna di campionamenti "ambiente agro-zootecnico" Analisi
1987	Prima campagna di campionamenti "ambiente montano" Prima campagna di campionamenti "ambiente acquatico" Seconda campagna di campionamenti "ambiente agro-zootecnico" Analisi Elaborazione dei dati
1988	Campagne di campionamento Analisi Elaborazione dei dati
1989	Campagne di campionamento Analisi Elaborazione dei dati
1989	Valutazioni finali


Tarvisio
Ampezzo
Tolmezzo
F. TAGLIAMENTO
F. FELLA
N
Gemona
F. CELLINA
Maniago
F. MEDUNA
UDINE
LINEA
DELLE RISORGIVE
LIMITE
DELL'AREA
DI PIANURA
PORDENONE
F. TAGLIAMENTO
Codroipo
Palmanova
GORIZIA
T. TORRE
S. Vito
F. ISONZO
F. STELLA
F. CORMOR
F. CORNO
F. AUSSA
Marano lag.
Latisana
* Stazioni di campionamento a terra
▲ " " " in mare
△ " " " in laguna
Lignano
Grado
TRIESTE
MARE ADRIATICO
0 Km
20

6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1) "Carta pedologica della Pianura friulana e del connesso Anfiteatro morenico del Tagliamento (Soil map of Friuli's plain and connected morainic amphiteatre of Tagliamento river) Scala 1/50.000" Pubbli. C.R.S.A. - A. COMEL, P. NASSIMBENI, P. NAZZI.

2) "Carta pedologica della Pianura friulana come strumento di pianificazione del territorio" - (Atti XVIII Convegno Nazionale A.I.C., 23-25 settembre 1982) - R. BAROCCHI, P. NASSIMBENI, P. NAZZI.

3) "Carta per la valutazione agronomica, derivata dalla Carta pedologica della Pianura friulana e del connesso Anfiteatro morenico del Tagliamento" - Pubbl. C.R.S.A. - A. COMEL, P. NASSIMBENI, P. NAZZI.

4) "Primo contributo allo studio dei prati e dei pascoli della Comunità Montana Meduna-Cellina per un'ipotesi di razionale sfruttamento" - (Atti Convegno IPRA, Barcis 1985) - G. PARENTE, M. SCIMONE, N. PERESSON.

5) "Considerazioni sui risultati produttivi di diverse cultivar di graminacee e leguminose poliennali in due località della pianura friulana" - Pubbl. C.R.S.A. - G. PARENTE, N. PERESSON, P.T. PAVIOTTI, L. GOTTARDO;

6) "Studio pedologico su alcuni profili in Plan di Zermula (Val d'Incarojo) - Lavoro eseguito in seguito al nubifragio del settembre 1983 nella Carnia Nord-Orientale" - Pubbl. C.R.S.A. - M. CANDOTTI, S. MENEGON, P. NAZZI, S. SANNA.

7) "Ruolo dei numerali argillosi nelle Problematiche Ambientali" - (Atti Convegno ENEA C.R.E. S. Teresa 22-23 maggio 1985).

8) "Guidebook on nuclear techniques in Hydrology" - Technical reports series n. 91 - IAEA Vienna 1983.

9) "Isotope and Radiation Tecniques in soil Physics and irrigation studies 1983" - Proceeding Symposium Aix En Provence 18-22 April 1983 - IAEA Vienna 1983.

10) "Oceanografia e fondi marini, S.P. Utilizzazione e gestione della piattaforma continentale" - C.N.R. P.F.

11) "Conservazione del Suolo" - C.N.R. P.F.

12) "Studi sui parametri geologici rilevanti ai fini della determinazione della contaminazione ambientale del territorio nazionale" - B. ANSELMI, F. BENCEGNU', A. BRONDI, O. FERRETTI - CNEN RT/PROT(79) 14:50 pp.

13) "Connessioni tra geomorfologia costiera, granulometria dei sedimenti e distribuzione dei radionuclidi in zone marine subcostiere" - B. ANSELMI, A. BRONDI, O. FERRETTI, C. PAPUCCI - Annuali di Radioprotezione; 109-129, 1982.

14) "Radiocontaminazione da ricadute nei mari italiani dal 1960 al 1974" - GIORCELLI, F.G. e A.A. CIGNA - CNEN RT/PROT(76) 3:5 pp. 1975.

15) "Indagine ambientale dei sistemi marini costieri - La regione Puglia" - M. VIEL e G. ZURLINI - Acqua Aria n. 6, giugno 1986.

16) "Incidente di Chernobyl - Conseguenze radioecologiche in Italia" - Relazione al 27/05/1986 - ENEA-DISP (Doc.DISP(86)1).

17) "Incidente di Chernobyl - Conseguenze radioecolgiche in Italia" - Relazione al 30/11/1986 - ENEA-DISP (Doc.DISP(86)14).

18) "La contaminazione da Cesio-134 e Cesio-137 nei macromiceti del Friuli-Venezia Giulia nel 1986" - P.L NIMIS, C. GIOVANI, R. PADOVANI - Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia - Dipartimento di Biologia - Università di Trieste.

19) "Intercomparison of the terrestrial food chain models food-marc and ecosys" - G. PROHL, W. FRIEDLAND, H.G. PARETZKE (12/1985).

20) "Prediction models for Sr-90 and Cs-137 levels in the human food chain" - A. AARKROG - Health Physics 1971- Vol. 20 (March); pp. 297-311.

21) "La contaminazione radioattiva dopo l'incidente di Chernobyl" - Provincia di Udine - 1986 - R. PADOVANI, G. CONTENTO, M. FABRETTO, C. GIOVANI, M.R. MALISAN - Servizio di Fisica Sanitaria U.S.L. 7 UDINE.

22) "Validation of Dynamic Food Chain Models Using Chernobyl Fallout Data - Preliminary Results" - S. NAIR, P.J. DARLEY - CEGB, BERKELEY.

23) "A Dynamic modelling System for the transfer of Radioactivity in Terrestrial food chains" - J.R. SIMMONDS, G.S. LINSLEY - Nuclear Safety, Vol. 22 n. 6 11-12/1981.

24) "A General Model for the transfer of radioactive materials in terrestrial food chains" - J.R. SIMMONOS, G.S. LINSLEY, J.A. JONES - N.R.P.B. - R89 (9/1979).

25) "Soil-to-plants concentration factors for radiological assessments" Y.C. NG, C.S. COLSHER, S.E. THOMPSON - NUREG/CR-2975 UCID-19463.

26) "Relationships between pocket penetrometer resistance and bottom sediment texture in the northern adriatic sea" - C. CANDIAN, G.P. FANZUTTI, F. MARABINI - Rapp. Comm. Int. Mer. Médit., 28, 4 - 1983.

27) "Suspended matter transport in lagoons: the Grado lagoon" A. BRAMBATI, G.P. FANZUTTI, R. MAROCCO - Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata - Vol. 1 n. 1 Gennaio 1983.

28) "A new sedimentological textural map of the northern an central adriatic sea" - A. BRAMBATI, M. CIABATTI, G.P. FANZUTTI, F. MARABINI, R. MAROCCO - Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata - Vol. 1 n. 4 Ottobre 1983.

29) "Geologia della Piattaforma Adriatica" - P. COLANTONI, G.P. FANZUTTI, R. MAROCCO - P.F. Oceanografia e Fondi Marini - Sottoprogetto Risorse Minerarie - Rapporto tecnico finale.

30) "Distribuzione dei sedimenti nel Mar Adriatico: confronto tra le classificazioni tessiturali di Shepard e di Nota" - A. BRAMBATI, M. CIABATTI, G.P. FANZUTTI, F. MARABINI, R. MAROCCO - Mem. Soc. Geol. It., 27(1984), 391-392, 2 tavv.

31) "Historical Development of the Venice Lagoon Contamination as Recorded in Radiodated Sediment Cores" - B. PAVONI, R. DONAZZOLO, A. MARCOMINI, D. DEGOBBIS, A.A. ORIO - Marine Pollution Bulletin, Vol. 18, n. 1, pp. 18-24, 1987.

32) "Metalli pesanti nei sedimenti di fondo nell'alto adriatico dell'Isonzo al Po di Levante" - R. DONAZZOLO, O. HIEKE MERLIN, L. MENEGAZZO VITTUR, A.A. ORIO, B. PAVONI, S. RABITTI - Convegno delle Unità operative afferenti ai sottoprogetti "Risorse Biologiche e inquinamento marino" - Roma 10-11 novembre 1981.

Per qualsiasi informazione e chiarimento sulle attività relative al "Progetto di Indagini Radioecologiche nella Regione Friuli-Venezia Giulia" possono essere contattati i seguenti nominativi:

Giancarlo BOERI
Maria BELLI
Umberto SANSONE
Giancarlo VENTURA

ENEA-DISP
Divisione Siti e Controlli Ambientali
Via Vitaliano Brancati, 48
00144 ROMA
Tel. 06-85282924 (Segreteria) Sig.ra Silvia ROSAMILIA

Pierluigi NASSIMBENI
Sandro MENEGON
Pietro NAZZI

Centro Regionale per la Sperimentazione Agraria
Via Sabbatini, 5
33050 Pozzuolo del Friuli - UDINE
Tel. 0432 - 669825